



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Docket No: Q79437

Fumihiko MOCHIZUKI

Appln. No.: 10/758,278

Group Art Unit: 2812

Confirmation No.: 5148

Examiner: Not yet assigned

Filed: January 16, 2004

For: SPATIAL LIGHT MODULATOR, SPATIAL LIGHT MODULATOR ARRAY, IMAGE FORMING DEVICE AND FLAT PANEL DISPLAY

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

23373

CUSTOMER NUMBER

[Signature]
Darryl Mexic
Registration No. 23,063

Enclosures: Japan 2003-009808

Date: June 28, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 1 7 日
Date of Application:

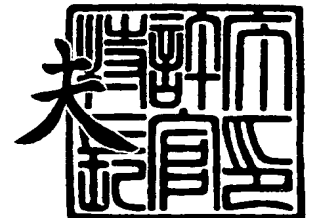
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 0 9 8 0 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 0 9 8 0 8]

出 願 人 富士写真フイルム株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 2 月 2 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 2 8 0 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-43096

【提出日】 平成15年 1月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/00

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

 【氏名】 望月 文彦

【特許出願人】

 【識別番号】 000005201

 【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100105647

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小栗 昌平

 【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

 【識別番号】 100105474

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 本多 弘徳

 【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

 【識別番号】 100108589

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 市川 利光

 【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100115107

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 猛

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0003489

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光変調素子及び光変調素子アレイ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電極層を有する支持基板と、少なくとも電極層を有すると共に前記支持基板に向かって撓み変形可能に前記支持基板上に所定の離間間隔で対向配置される可動薄膜とを備え、前記支持基板の電極層と前記可動薄膜の電極層との間に所定の駆動電圧を印加して、両電極層間に作用する静電気力により前記可動薄膜を前記支持基板側に撓ませることで入射光に対する素子の光学特性を変化させ、入射光に対する光変調を行う光変調素子であって、

前記可動薄膜の前記支持基板側とは反対側に、駆動電圧の印加によって前記可動薄膜を吸引する静電気力を作用させる復帰用電極を設けたことを特徴とする光変調素子。

【請求項 2】 前記可動薄膜と前記復帰用電極との間に、前記可動薄膜の前記復帰用電極側への撓み変形を阻止するスペーサを設けたことを特徴とする請求項 1 記載の光変調素子。

【請求項 3】 前記可動薄膜が、該可動薄膜の非駆動状態において 20 MPa 以下の引張の内部応力を有していることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の光変調素子。

【請求項 4】 前記光学的特性の変化が、前記可動薄膜を前記支持基板に接触させたことによる、前記可動薄膜と前記支持基板との界面の屈折率変化による全反射条件の変化であることを特徴とする請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

【請求項 5】 前記支持基板の電極層、前記可動薄膜の電極層、前記復帰用電極のいずれもが、透光性を有する電極であることを特徴とする請求項 4 記載の光変調素子。

【請求項 6】 前記可動薄膜と前記支持基板それぞれの相対向する側に多層反射膜が設けられ、

前記光学的特性が、前記可動薄膜と前記支持基板との離間間隔、及び入射光の波長に応じた光干渉特性であることを特徴とする請求項 1～請求項 3 のいずれか

1 項記載の光変調素子。

【請求項 7】 請求項 1～請求項 6 のいずれか 1 項記載の光変調素子を、1 次元又は 2 次元に配列したことを特徴とする光変調素子アレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、支持基板上の電極層と該支持基板に対向配置された可動薄膜の電極層との間に所定の電圧を印加して前記可動薄膜を可撓変位させることで光変調を行う光変調素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 1 1 及び図 1 2 は、成膜、フォトリソ、犠牲層（空隙を形成するために後に除去する層）エッチング等のマイクロマシンプロセスにより作製され、電気機械動作により光の透過率を変化させる光変調素子の従来例を示したものである。

この光変調素子 1 は、導光板 3 上に透光性を有する電極層 4 を積層形成した支持基板 6 の上に、上記マイクロマシンプロセスにより作製された可動薄膜 9 を所定の離間間隔で対向配置しておいて、支持基板 6 と可動薄膜 9 との間に作用する静電気力によって前記可動薄膜 9 を可撓変位させることで、光変調を行う。

具体的には、可動薄膜 9 は、電極層 1 1 と弾性体層 1 2 との積層構造で、規定の透光性を有している。この可動薄膜 9 は、支持基板 6 との間に介在する支柱 1 4 によって、支持基板 6 との間の離間距離が設定されている。

【0003】

可動薄膜 9 は、支柱 1 4 によって支持基板 6 との間に確保された隙間 1 6 のために、支持基板 6 に向かって撓み変形可能で、図 1 1 に示すように、支持基板 6 上の電極層 4 と可動薄膜 9 上の電極層 1 1 との間に非駆動電圧が印加された（例えば、非印加電圧 $V = 0$ ）状態では、両電極層 4, 1 1 間には静電気力による吸引力が作用せず、可動薄膜 9 は平坦な初期状態を保っている。

このように可動薄膜 9 と支持基板 6 との間に所定の隙間 1 6 が保持された状態では、導光板 3 への入射光 1 8 は、電極層 4 の表面で全反射されて、可動薄膜 9

側には出射されない光学的特性を示す。

【0004】

しかし、図12に示すように、両電極層4, 11間に所定の駆動電圧 V_a を印加すると、両電極層4, 11間に静電気力による吸引力が作用し、この静電気力で前記可動薄膜9が支持基板6側に所定量の撓みを生じて、弾性体層12が電極層4に接触した状態になる。この状態になると、可動薄膜9の密着界面が入射光18の全反射条件を満足しなくなり、前記導光板3への入射光18が電極層11及び弾性体層12を透過して、可動薄膜9の光路前方側に出射される光学的特性を示す。

【0005】

従来のこの種の光変調素子では、図12に示した状態から、両電極層4, 11に印加している駆動電圧を解除すると、弾性体層12の弾性復元力で、可動薄膜9の撓み変位が図11に示す初期状態に復帰し、入射光18は可動薄膜9を透過不能になる（例えば、特許文献1，特許文献2参照）。

【0006】

【特許文献1】

特開平11-258558号公報

【0007】

【特許文献2】

特開2000-214804号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記の光変調素子は、用途が広く、作動電圧の低電圧化や、光変調素子のON, OFFの切り換え速度の高速化に対する要求が、年々、高まっている。

しかし、前述のように可動薄膜9の初期状態への復帰を、可動薄膜9を構成している弾性体層12の弾性復元力に頼る従来の光変調素子では、このような作動電圧の低電圧化と、光変調素子のON, OFFの切り換え速度の高速化とを同時に実現することができないという問題があった。

【0009】

例えば、弾性体層 12 の弾性復元力を弱く設定しておく、小さな静電気力でも弾性体層 12 が撓み易くなり、両電極層 4, 11 への印加電圧を低電圧にしても、光変調素子の高速作動が可能になる。その反面、弾性復元力が弱いと、印加電圧を解除したときの復帰動作が緩慢になり、高速復帰ができないという不都合が生じる。

【0010】

高速復帰だけを実現するなら、弾性体層 12 の弾性復元力を強く設定しておけば良いが、弾性体層 12 の弾性復元力を強く設定しておく、弾性体層 12 を支持基板 6 側に撓み変形させる際に大きな静電気力が必要になり、結局、駆動電圧値の低電圧化を犠牲にしなければならない。

【0011】

そこで、本発明の目的は上記課題を解消することにある、作動電圧の低電圧化と、光変調素子の ON, OFF の切り換え速度の高速化とを両立することのできる光変調素子及び光変調素子アレイを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明に係る請求項 1 記載の光変調素子は、電極層を有する支持基板と、少なくとも電極層を有すると共に前記支持基板に向かって撓み変形可能に前記支持基板上に所定の離間間隔で対向配置される可動薄膜とを備え、前記支持基板の電極層と前記可動薄膜の電極層との間に所定の駆動電圧を印加して、両電極層間に作用する静電気力により前記可動薄膜を前記支持基板側に撓ませることで入射光に対する素子の光学特性を変化させ、入射光に対する光変調を行う光変調素子であって、前記可動薄膜の前記支持基板側とは反対側に、駆動電圧の印加によって前記可動薄膜を吸引する静電気力を作用させる復帰用電極を設けたことを特徴とする

【0013】

このように構成された光変調素子においては、支持基板及び可動薄膜の各電極層への電圧印加によって光変調素子を ON の状態にしてから、電圧印加を解除し

て光変調素子をOFFに切り換える際、可動薄膜と復帰用電極との間に駆動電圧を印加することによって、支持基板側に撓んだ可動薄膜が、弾性復帰力に加えて支持基板側とは反対側へ作用する静電吸引力によって強制的に戻される。従って、低電圧駆動のため予め可動薄膜の弾性復元力を弱く設定した場合に、光変調素子のON状態からOFF状態への変化の際に可動薄膜の復帰速度を、弾性復元力が弱くても高速化でき、駆動電圧の低電圧化と、光変調素子のON, OFFの切り換え速度の高速化とを両立して実現することができる。

【0014】

請求項2に記載の光変調素子は、請求項1記載の光変調素子において、前記可動薄膜と前記復帰用電極との間に、前記可動薄膜の前記復帰用電極側への撓み変形を阻止するスペーサを設けたことを特徴としている。

【0015】

この光変調素子においては、光変調素子をON状態からOFF状態へ変化させる際に、可動薄膜が復帰用電極が作用させる静電気力によって復帰用電極側に過分に撓み変位することを、スペーサによって防止することができる。

【0016】

請求項3記載の光変調素子は、請求項1又は請求項2記載の光変調素子において、前記前記可動薄膜が、該可動薄膜の非駆動状態において20MPa以下の引張の内部応力を有していることを特徴とする。

【0017】

この光変調素子においては、可動薄膜の内部応力を20MPa以下の引張の内部応力に抑えることにより、可動薄膜を駆動するエネルギーロスと、光変調駆動速度の低下とを抑えることができる。

【0018】

請求項4記載の光変調素子は、請求項1～請求項3のいずれか1項記載の光変調素子において、前記前記光学的特性の変化が、前記可動薄膜を前記支持基板に接触させたことによる、前記可動薄膜と前記支持基板との界面の屈折率変化による全反射条件の変化であることを特徴とする。

【0019】

この構成の光変調素子によれば、支持基板と可動薄膜とが接触することで、支持基板と可動薄膜との間が光透過状態となり、また、双方が離反することで支持基板と可動薄膜との間が遮光状態となり、光変調が行われる。

【0020】

請求項5記載の光変調素子は、請求項4記載の光変調素子において、前記支持基板の電極層、前記可動薄膜の電極層、前記復帰用電極のいずれもが、透光性を有する電極であることを特徴とする。

【0021】

この構成の光変調素子によれば、支持基板の電極層、可動薄膜の電極層、復帰用電極のいずれもが透光性を有することで、入射光が素子を通過する際の光強度の低下が抑えられ、出射光の強度を高めることができる。

【0022】

請求項6記載の光変調素子は、請求項1～請求項3のいずれか1項記載の光変調素子において、前記前記可動薄膜と前記支持基板それぞれの相対向する側に多層反射膜が設けられ、前記光学的特性が、前記可動薄膜と前記支持基板との離間間隔、及び入射光の波長に応じた光干渉特性であることを特徴とする。

【0023】

この構成の光変調素子によれば、支持基板と可動薄膜とに多層反射膜をそれぞれ対向配置して、これらの多層反射膜間の離間間隔を変更することにより、入射光の波長に応じてファブリペロー干渉効果等により光干渉が行われる。

【0024】

請求項7記載の光変調素子アレイは、請求項1～請求項6のいずれか1項記載の光変調素子を、1次元又は2次元に配列したことを特徴とする。

【0025】

この構成の光変調素子アレイによれば、1次元又は2次元に光変調素子を配列することで、1次元又は2次元の光変調が可能となる。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る光変調素子及び光変調素子アレイの好適な実施の形態につ

いて、図面を参照して詳細に説明する。

図1～図3はいずれも本発明に係る光変調素子の構成を示しており、図1は光変調素子がOFFの状態、図2は光変調素子がONの状態、図3は光変調素子がONの状態からOFFの状態になったときの様子を示す断面図である。

【0027】

本実施形態の光変調素子100は、図1に示すように、導光板3上に透光性を有する電極層4を積層形成した支持基板6と、電極層11と弾性体層12との積層構造で透光性を有すると共に前記支持基板6に向かって撓み変形可能に前記支持基板6上に支柱14を介して所定の離間間隔で対向配置される可動薄膜9と、可動薄膜9上に所定の離間間隔で対向配置され電圧印加によって発生する静電気力で可動薄膜9の支持基板6側への撓み変位を復帰させる透光性の復帰用電極23と、可動薄膜9上に復帰用電極23を固定支持する支柱25とを備えた構成である。ここで、透光性とは、少なくとも変調する光に対して透明であることをいう。

【0028】

本実施の形態の光変調素子100において、支持基板6、支柱14、可動薄膜9は、図11に示した従来構成のものと共通である。従って、図2に示すように、支持基板6上の電極層4と可動薄膜9上の電極層4との間に所定の駆動電圧 V_a を印加すると、両電極間に作用する静電気力で可動薄膜9が支持基板6側に所定量の撓みを生じて、それに伴う光学的特性の変化によって、導光板3に入射した光が可動薄膜9を透過可能になる。

【0029】

本実施の形態の光変調素子100が、従来の光変調素子1と異なる点は、復帰用電極23とを設けてある点で、以下、これらの復帰用電極23について詳述する。

【0030】

復帰用電極23は、透光性を有する支持板31上に透光性を有して積層配置したもので、図3に示すように、前記電極層32と可動薄膜9の電極層11との間に所定の駆動電圧 V_b を印加すると、可動薄膜9に支持基板6側への撓み変位を

強制的に復帰させる静電気力を作用するようになっている。

この復帰用電極 23 は、支持基板 6 及び可動薄膜 9 の両電極層 4, 11 間に所定の駆動電圧 V_a が印加されて、光変調素子が ON の状態となっているときに、支持基板 6 側から可動薄膜 9 を透過した光を、図 2 に示すように、そのまま外部に透過させる。

【0031】

電極層 4, 11, 32 としては、電子密度の高い ITO 等の金属酸化物、非常に薄い金属薄膜（アルミ等）、金属微粒子を透明絶縁体に分散した薄膜、又は高濃度ドープしたワイドバンドギャップ半導体等を好適に用いることができる。

【0032】

以上説明した本実施の形態の光変調素子 100 では、支持基板 6 及び可動薄膜 9 のそれぞれの電極層 4 間への電圧 V_a の印加によって光変調素子が ON の状態から、電圧印加を解除して、光変調素子を OFF 状態に切り換えたときの可動薄膜 9 の復帰動作は、可動薄膜 9 の弾性復帰力に加えて復帰用電極 23 が可動薄膜 9 に作用させる静電気力によって加速される。

従って、低電圧駆動のために、予め弾性体層 12 の弾性復元力を弱く設定した場合であっても、光変調素子の OFF 状態への可動薄膜 9 の復帰速度は復帰用電極 23 によって高速化でき、駆動電圧の低電圧化と、光変調素子の ON, OFF の切り換え速度の高速化とを両立させることができる。

【0033】

また、可動薄膜 9 の電極層 11 と弾性体層 12 は、素子が OFF 状態である非駆動状態における内部応力は、極力小さく抑えることが好ましく（例えば 20 MPa 以下）、また、圧縮応力状態よりは引張応力状態にすることが好ましい。圧縮応力状態においては、可動薄膜 9 が円弧状に撓んでしまい、素子の駆動力が増加するためにエネルギーロスが大きくなり、光変調駆動速度も低下する。さらに応力値が 20 MPa を超えると、可動薄膜 9 は支持基板 3 側に撓むばかりか、その撓み方向に直交する方向にも撓み、素子の変形が大きくなって、低電圧駆動と高速駆動が一層困難となる。そのため、可動薄膜 9 を 20 MPa 以下の引張応力状態あるいは無応力状態にすることで、低電圧駆動と高速駆動に有利な構成にで

きる。

【0034】

次に、本発明に係る光変調素子の第2の実施形態を説明する。

図4は本実施形態の光変調素子の構成を示す断面図である。

本実施形態の光変調素子200は、可動薄膜9と復帰用電極23との間の隙間に透光性のスペーサ27が充填されている。

【0035】

この透光性のスペーサ27は、光変調素子200の非駆動状態における支柱25による可動薄膜9と復帰用電極23との間の隙間を埋めるように設けてあり、光変調素子のOFF時に、可動薄膜9が復帰用電極23側に復帰する際に、復帰用電極23側への余分な撓み変形を阻止する。

このスペーサ27は、所定の絶縁性能を有したもので、例えば、シリコン酸化膜、シリコン窒化物、セラミック、樹脂等を用いることができる。

【0036】

上記構成の本実施の形態の光変調素子200によれば、光変調素子のON状態からOFF状態へ変更したときに、可動薄膜9の復帰動作を復帰用電極23が作用させる静電気力で加速させた場合に、可動薄膜9が逆に復帰用電極23側に過分に撓み変位することを、スペーサ27によって防止することができる。また、可動薄膜9の復帰動作時に、可動薄膜9が初期位置にある時にスペーサ27の表面が可動薄膜9の表面に接触するように、スペーサ27の配置位置を設定すると同時に、スペーサ27に適度の緩衝性能を付与しておくことで、復帰後の可動薄膜9に振動が残ることを防止し、復帰した可動薄膜9を速やかに停止させることができ、高速動作時の可動薄膜9の挙動を安定させることができる。

【0037】

次に、本発明に係る光変調素子の第3の実施形態を説明する。

図5～図7は本実施形態の光変調素子の構成を示しており、図5は光変調素子がOFFの状態、図6は光変調素子がONの状態、図7は光変調素子がONの状態からOFFの状態になったときの様子を示す説明図である。

【0038】

本実施形態の光変調素子300は、図5～図7に示すように、導光板3上に透光性を有する電極層4を積層形成した支持基板6と、電極層11と弾性体層12との積層構造で透光性を有すると共に支持基板6側に向かって撓み変形可能に支持基板6上に支柱14を介して所定の離間間隔で対向配置される可動薄膜9と、可動薄膜9の支持基板6側とは反対側に所定の離間間隔で対向配置されて駆動電圧Vbの印加によって発生する静電気力で可動薄膜9の支持基板6側への撓み変位を復帰させる透光性の復帰用電極23と、可動薄膜9上に復帰用電極23を固定支持する支柱25とを備えており、基本的な構成は、前述した第1、第2実施形態のものと略同様である。また、可動薄膜9と復帰用電極23との間の隙間に前述の透光性のスペーサを充填した構成としてもよい。

【0039】

また、対向する両電極層4、11の相対向する側の表面には、それぞれ多層反射膜である誘電体多層膜ミラー43、45が設けられ、ファブリペロー光変調原理で入射光を光変調する。このような光変調を行う多層反射膜としては、誘電体多層反射膜、又は誘電体多層反射膜に金属ハーフミラーを備えたもの等が挙げられる。誘電体多層膜ミラー43、45は、屈折率の異なる材料を交互に重ねた多層膜からなり、その材料としては、変調する光に応じて、次のものが使用可能である。

【0040】

(1) 可視光又は赤外線透過用

高い屈折率材料（屈折率が概ね1.8以上の材料）としては、 TiO_2 、 CeO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 Sb_2O_3 、 HfO_2 、 La_2O_3 、 NdO_3 、 Y_2O_3 、 ZnO 、 Nb_2O_5 が使用可能である。

比較的高い屈折率材料（屈折率が概ね1.6～1.8以上の材料）としては、 MgO 、 Al_2O_3 、 CeF_3 、 LaF_3 、 NdF_3 が使用可能である。

低い屈折率材料（屈折率が概ね1.5以下の材料）としては、 SiO_2 、 AlF_3 、 MgF_2 、 Na_3AlF_6 、 NaF 、 LiF 、 CaF_2 、 BaF_2 が使用可能である。

【0041】

(2) 紫外線透過用

高い屈折率材料（屈折率が概ね1.8以上の材料）としては、 ZrO_2 、 HfO_2 、 La_2O_3 、 NdO_3 、 Y_2O_3 又は TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 （但し、光の波長が概ね360～400nm）が使用可能である。

比較的高い屈折率材料（屈折率が概ね1.6～1.8以上の材料）としては、 MgO 、 Al_2O_3 、 LaF_3 、 NdF_3 が使用可能である。

低い屈折率材料（屈折率が概ね1.5以下の材料）としては、 SiO_2 、 AlF_3 、 MgF_2 、 Na_3AlF_6 、 NaF 、 LiF 、 CaF_2 が使用可能である。

【0042】

即ち、この光変調素子300においては、図5に示すように、対向する支持基板6と可動薄膜9の各電極層4, 11への電圧印加が解除されているとき（即ち駆動電圧 $V=0$ のとき）は、対向している誘電体多層膜ミラー43, 45間の離間寸法 t_{OFF} が、入射光の波長に対応した既定値となって、導光板3に垂直に進入する光48を反射する。即ち、光変調素子がOFFの状態に維持される。

【0043】

そして、図6に示すように、対向する支持基板6と可動薄膜9の各電極層4, 11へ規定の駆動電圧 V_a が印加されると、対向している誘電体多層膜ミラー43, 45間の離間寸法 t_{ON} が、入射光の波長に対応した既定値となって、導光板3に垂直に進入した光48が、そのまま可動薄膜9及び復帰用電極23を透過する。即ち、光変調素子300がONの状態になる。

【0044】

図6に示した光変調素子300がONの状態から、光変調素子300がOFFの状態に切り換える場合は、図7に示すように、支持基板6及び可動薄膜9の各電極層4, 11間への電圧印加を解除すると同時に、可動薄膜9と復帰用電極23の各電極層11, 32間に所定の駆動電圧 V_b を印加することで、可動薄膜9の撓み変形が高速復帰する。この点は、前述した第1実施形態の場合と同様である。

【0045】

ここで、上記の光変調素子300による光変調動作を詳述する。図8は、前記支持基板6への入射光48の発光スペクトルを示すグラフで、入射光48の中心波長が約360nmの光であることを示している。

【0046】

本実施の形態の光変調素子300において、光変調素子300がOFF状態であるときの誘電体多層膜ミラー43, 45間の離間寸法 t_{OFF} は、一例として約270nmであり、また、光変調素子300がON状態であるときの誘電体多層膜ミラー43, 45間の離間寸法 t_{ON} は一例として約180nmである。これらの誘電体多層膜ミラー43, 45間の離間寸法によって、光変調素子300を透過可能な光の波長が切り換えられる。

【0047】

図9は、誘電体多層膜ミラー43, 45間の離間寸法が t_{ON} , t_{OFF} である場合に、光変調素子300の光強度透過率を波長に対して示したグラフである。

曲線 Y_1 の透過率特性は、誘電体多層膜ミラー43, 45間の離間寸法が270nmの場合の特性で、中心波長が360nmの入射光が透過できないようになる。また、曲線 Y_2 の透過率特性は、誘電体多層膜ミラー43, 45間の離間寸法が180nmの場合の特性で、中心波長が360nmの入射光が透過できるようになる。

【0048】

従って、本実施形態の場合は、導光板3への入射光48は、中心波長が約360nmの光であるため、誘電体多層膜ミラー43, 45間の離間寸法が t_{ON} のときには光変調素子300を透過することができるが、電体多層膜ミラー43, 45間の離間寸法が t_{OFF} のときには光変調素子300を透過することができない。

【0049】

なお、光変調素子300は、入射光の波長に応じて誘電体多層膜ミラー43, 45の層構成を適宜変更することにより、上記ON/OFF特性を逆転すること

もできる。

本実施の形態の場合も、光変調素子を ON 状態から OFF 状態に切り換える際には、図 7 に示すように、復帰用電極 23 に駆動電圧 V_b を印加して、その復帰用電極 23 から可動薄膜 9 に作用する静電気力で、可動薄膜 9 の復帰を高速化することができ、前述の第 1 及び第 2 実施形態と同様に、作動電圧の低電圧化と、光変調素子の ON, OFF の切り換え速度の高速化とを両立することができる。

【0050】

また、以上説明した光変調素子を、図 10 に示すように 1 次元又は 2 次元に配列して光変調アレイ 400 として構成してもよい。この場合には、1 次元又は 2 次元の光変調が可能となる。

【0051】

【発明の効果】

本発明に係る光変調素子及び光変調素子アレイによれば、支持基板及び可動薄膜の各電極層への電圧印加によって光変調素子を ON の状態にした後、電圧印加を解除して光変調素子を OFF に切り換える際、可動薄膜と復帰用電極との間に駆動電圧を印加することによって、支持基板側に撓んだ可動薄膜を、弾性復帰力に加えて支持基板側とは反対側へ作用する静電吸引力によって強制的に戻すことができる。従って、低電圧駆動のため予め可動薄膜の弾性復元力を弱く設定した場合に、光変調素子の ON 状態から OFF 状態への変化の際に可動薄膜の復帰速度を、弾性復元力が弱くても高速化することができ、駆動電圧の低電圧化と、光変調素子の ON, OFF の切り換え速度の高速化とを両立させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態に係る光変調素子の OFF の状態を示す断面図である。

【図 2】

本発明の第 1 実施形態に係る光変調素子の ON の状態を示す断面図である。

【図 3】

図 2 の光変調素子を ON の状態から OFF の状態に切り換えたときの様子を示す光変調素子の断面図である。

【図 4】

第 2 実施形態におけるスペーサを備えた光変調素子の構成を示す断面図である。

【図 5】

本発明の第 3 実施形態に係る光変調素子の OFF の状態を示す断面図である。

【図 6】

本発明の第 3 実施形態に係る光変調素子の ON の状態を示す断面図である。

【図 7】

図 5 の光変調素子を ON の状態から OFF の状態に切り換えたときの様子を示す光変調素子の断面図である。

【図 8】

光変調素子の導光板に導入される光の発光スペクトルを示すグラフである。

【図 9】

光変調素子の入射光波長に対する光強度透過率の変化を示すグラフである。

【図 10】

光変調素子を 1 次元又は 2 次元に配列して構成した光変調アレイの構成図である。

【図 11】

従来の光変調素子の概略構成図である。

【図 12】

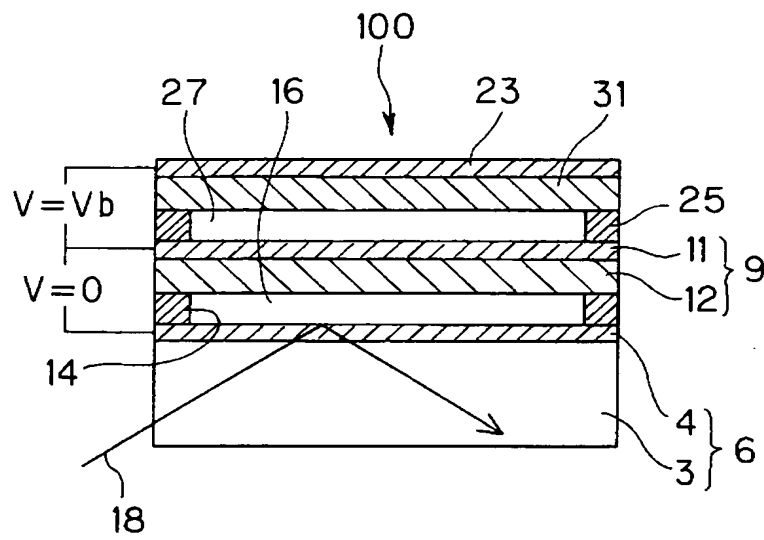
従来の光変調素子の動作説明図である。

【符号の説明】

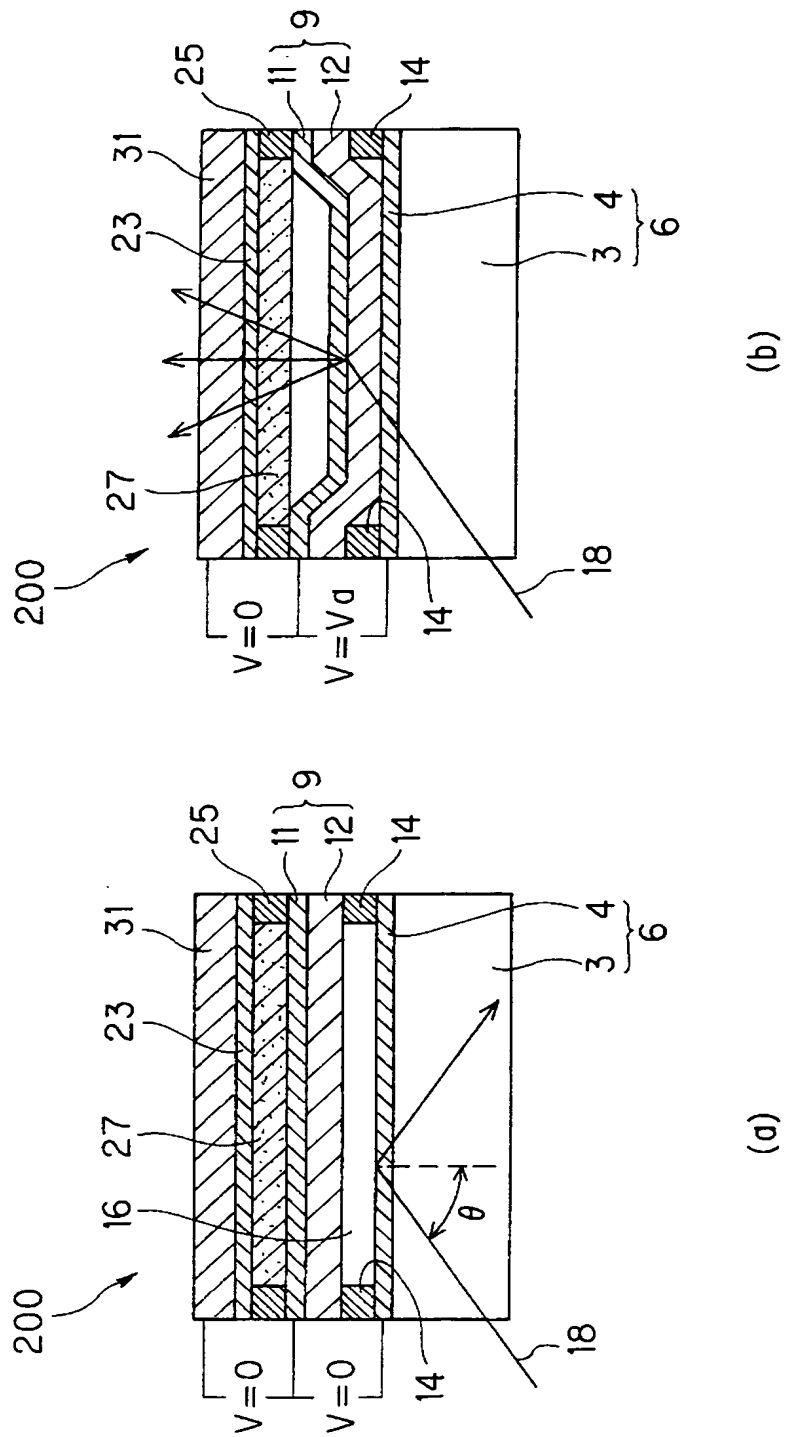
- 3 導光板
- 4 電極層
- 6 支持基板
- 9 可動薄膜
- 11 電極層
- 12 弾性体層
- 14 支柱

- 1 6 隙間
- 1 8 入射光
- 2 3 復帰用電極
- 2 7 スペーサ
- 3 1 支持板
- 3 2 電極層
- 4 1 光変調素子
- 4 3, 4 5 誘電体多層膜ミラー (多層反射膜)
- 1 0 0, 2 0 0, 3 0 0 光変調素子
- 4 0 0 光変調素子アレイ

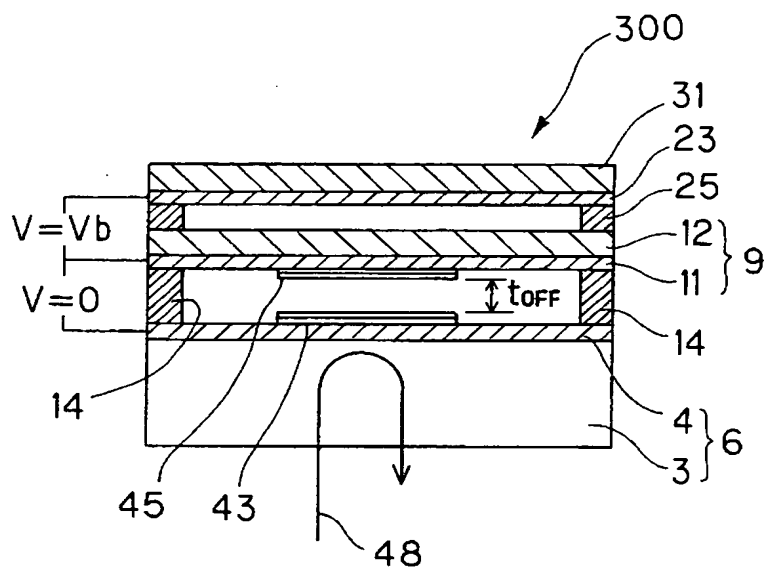
【図 3】



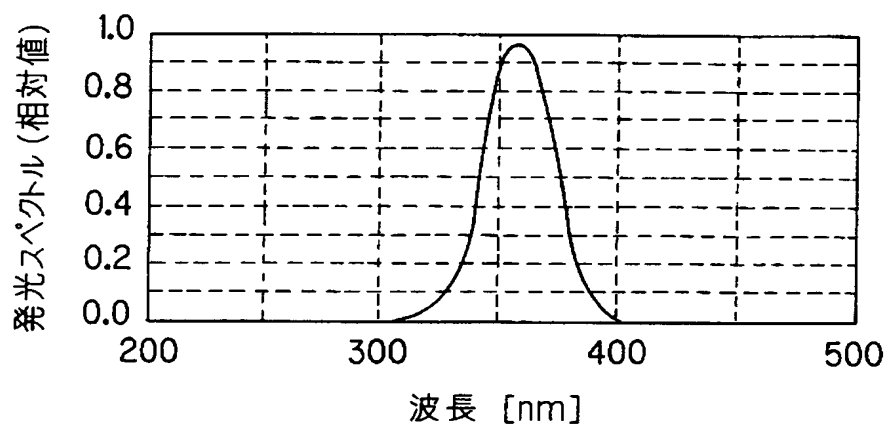
【図 4】



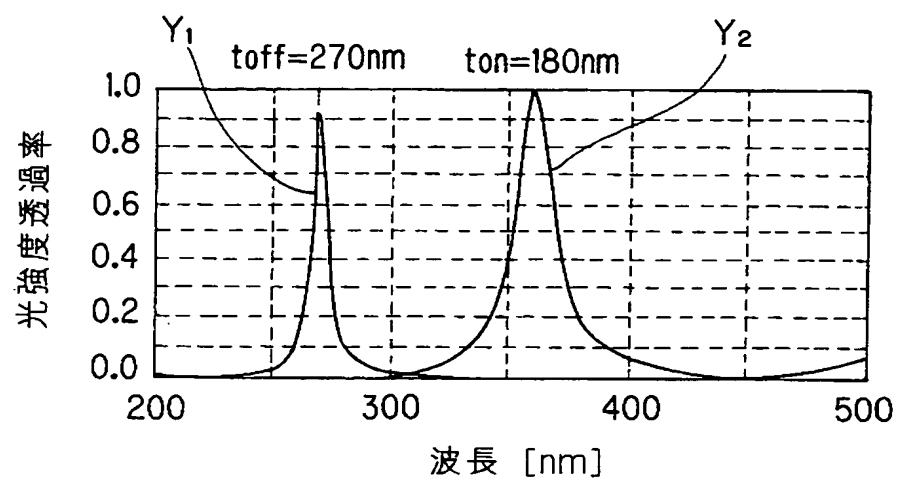
【図 7】



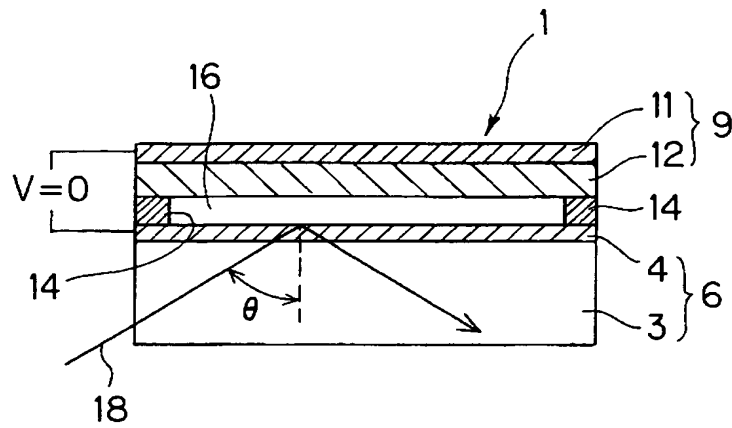
【図 8】



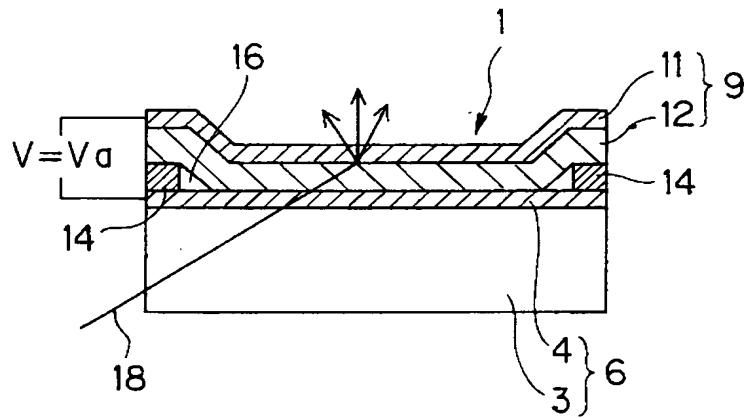
【図 9】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 作動電圧の低電圧化と、光変調素子のON, OFFの切り換え速度の高速化とを両立することのできる光変調素子及び光変調素子アレイを提供する。

【解決手段】 電極層4を有する支持基板6と、少なくとも電極層11を有すると共に支持基板6に向かって撓み変形可能に支持基板6上に所定の離間間隔で対向配置される可動薄膜9とを備え、支持基板6の電極層4と可動薄膜9の電極層11との間に所定の駆動電圧を印加して、両電極層4, 11間に作用する静電気力により可動薄膜9を支持基板6側に撓ませることで光学的特性を変化させ、入射光に対する光変調を行う光変調素子であって、可動薄膜9の支持基板6側とは反対側に、駆動電圧の印加によって可動薄膜9を吸引する静電気力を作用させる復帰用電極23を設けた。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 0 9 8 0 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 0 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 1 4 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地
氏 名	富士写真フイルム株式会社